

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-049063

(43)Date of publication of application : 20.02.1996

(51)Int.Cl.

C23C 14/14
C23C 14/34
G01R 33/09
G11B 5/39
H01F 10/14
H01L 43/02

(21)Application number : 06-200881

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 25.08.1994

(72)Inventor : SUZUKI JUNKO
KANO HIROSHI

(30)Priority

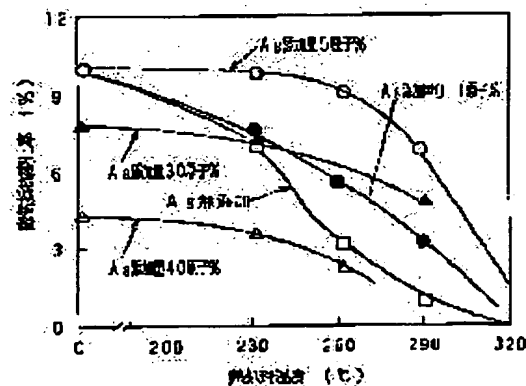
Priority number : 06117089 Priority date : 30.05.1994 Priority country : JP

(54) MAGNETORESISTANCE-EFFECT FILM

(57)Abstract:

PURPOSE: To prepare a magnetoresistance-effect film with the magnetoresistance effect hardly deteriorated even at high temps. and by which a great magnetoresistance effect is stably obtained.

CONSTITUTION: This magnetoresistance-effect film has an artificial latticed film structure obtained by alternately laminating a conductor layer and a magnetic substance layer or a spin-bulb structure formed by laminating a magnetic substance layer, a conductor layer and a magnetic substance layer in this order. The conductor layer consists essentially of an element selected from among Cu, Ag and Cr, and an element having $\leq 1\%$ upper solid solubility limit for the element of the above-essential component at room temp. is added by 0.1-30 atomic % to the conductor layer. Otherwise, Fe, Co and Ni are used as the main components of the magnetic substance layer, and an element having $\leq 1\%$ upper solid solubility limit for the element of the above-main component at room temp. is added by 0.1-30 atomic % to the magnetic substance layer.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-49063

(43) 公開日 平成8年(1996)2月20日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 2 3 C 14/14		F 8939-4K		
14/34		P 8939-4K		
G 0 1 R 33/09				
G 1 1 B 5/39				
	9307-2G	G 0 1 R 33/06	R	
	審査請求	未請求	請求項の数7	OL (全8頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平6-200881

(22) 出願日 平成6年(1994)8月25日

(31) 優先権主張番号 特願平6-117089

(32) 優先日 平6(1994)5月30日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 鈴木 淳子

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(72) 発明者 鹿野 博司

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

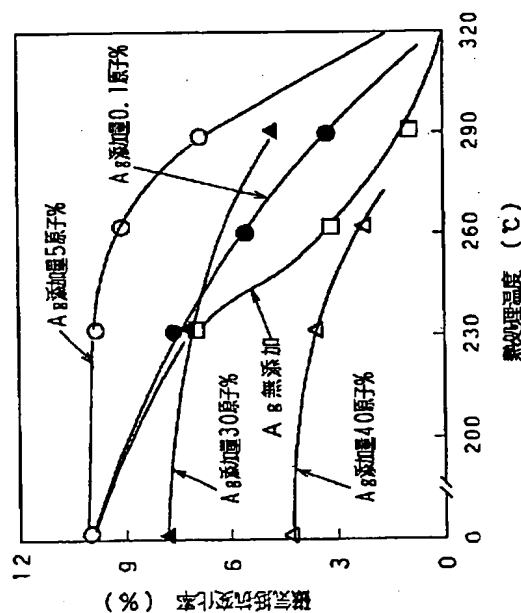
(74) 代理人 弁理士 小池 晃 (外2名)

(54) 【発明の名称】 磁気抵抗効果膜

(57) 【要約】

【目的】 高温下でも磁気抵抗効果特性の劣化が生じにくく、巨大磁気抵抗効果が安定して得られる磁気抵抗効果膜を提供することを目的とする。

【構成】 導体層と磁性体層とが交互に積層されてなる人工格子膜構造の磁気抵抗効果膜、又は磁性体層と導体層と磁性体層とがこの順に積層されてなるスピンバルブ構造の磁気抵抗効果膜において、導体層の主成分をCu, Ag, Crより選ばれる元素として、これら主成分である元素に対する固溶上限が室温において1%以下の添加元素を導体層に0.1~30原子%添加させる。あるいは、磁性体層の主成分をFe, Co, Niとして、これら主成分である元素に対する固溶上限が室温において1%以下の添加元素を磁性体層に0.1~30原子%添加させる。



人工格子膜構造の磁気抵抗効果膜に熱処理を施したときの磁気抵抗変化率の変化を導体層へのAgの添加量を変えて測定した結果を示す特性図

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 導体層と磁性体層とが交互に積層されてなる人工格子膜構造の磁気抵抗効果膜において、導体層が、Cu, Ag, Crより選ばれる元素を主成分とし、且つ、これら主成分である元素に対する固溶上限が室温において1%以下の添加元素を0.1~30原子%含むことを特徴とする磁気抵抗効果膜。

【請求項2】 磁性体層と導体層と磁性体層とがこの順に積層されてなるスピバルブ構造の磁気抵抗効果膜において、

導体層が、Cu, Ag, Crより選ばれる元素を主成分とし、且つ、これら主成分である元素に対する固溶上限が室温において1%以下の添加元素を0.1~30原子%含むことを特徴とする磁気抵抗効果膜。

【請求項3】 導体層の主成分がCuであり、導体層に含まれる添加元素がAg, B, Bi, C, Co, Fe, Hg, Ir, Mo, Na, Nb, Pb, Pt, V, Zrより選ばれる元素であることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の磁気抵抗効果膜。

【請求項4】 導体層の主成分がAgであり、導体層に含まれる添加元素がBe, Bi, Co, Cr, Cu, Fe, Ge, Ir, Ni, Pb, Si, Uより選ばれる元素であることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の磁気抵抗効果膜。

【請求項5】 導体層と磁性体層とが交互に積層されてなる人工格子膜構造の磁気抵抗効果膜において、磁性体層が、Fe, Co, Niを主成分とし、且つ、これら主成分である元素に対する固溶上限が室温において1%以下の添加元素を0.1~30原子%含むことを特徴とする磁気抵抗効果膜。

【請求項6】 磁性体層と導体層と磁性体層とがこの順に積層されてなるスピバルブ構造の磁気抵抗効果膜において、

磁性体層が、Fe, Co, Niを主成分とし、且つ、これら主成分である元素に対する固溶上限が室温において1%以下の添加元素を0.1~30原子%含むことを特徴とする磁気抵抗効果膜。

【請求項7】 磁性体層に添加される添加元素が、Ag, B, Bi, C, Co, Cr, Fe, Hg, Ir, Li, Mo, Na, Nb, Pb, V, Pt, Zrより選ばれる元素であることを特徴とする請求項5又は請求項6に記載の磁気抵抗効果膜。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、磁気センサや磁気ディスク装置用再生ヘッド等の磁界検出用素子に適用される磁気抵抗効果膜に関し、特に耐熱性の改善に関する。

【0002】

【従来の技術】 磁気抵抗効果を有する磁気抵抗効果膜は磁界検出用素子として用いられ、磁気センサや磁気ヘッ

2

ド等の分野において広く用いられている。

【0003】 従来、上記磁気抵抗効果膜には、主にFe-Ni合金膜（いわゆるパーマロイ膜）が使用されてきた。しかし、パーマロイ膜の磁気抵抗変化率は小さく、今後さらに発展すると思われる高密度磁気記録への対応等を考慮すると、感度等の点で十分なものとは言えない。

【0004】 一方、近年、異種の金属を数原子層ずつ交互に積層した人工格子膜が注目されている。その中で、Feよりなる磁性体層とCrよりなる導体層との積層体からなる人工格子膜において、数十%もの磁気抵抗変化率（以下、「巨大磁気抵抗効果」と称する。）が得られることが報告され、磁気抵抗効果膜への応用が期待されている。（フィジカル・レビュー・レターズ、61巻、2472ページ、1988年）

その後、Fe層とCr層の組み合わせ以外にも、磁性体層をCo層、導体層をCu層とした組み合わせでも巨大磁気抵抗効果が得られることが報告されている。（フィジカル・レビュー・レターズ、66巻、2152ページ、1991年）また、磁性体層に、鉄、ニッケル、コバルトの三元素を組み合わせ合わせた合金を用いることで、小さな磁場変化でも大きな抵抗変化が得られるようになり、外部磁場に対する感度が改善され、実用的な観点から有効であることも報告されている。

【0005】 また、磁性体層と導体層と磁性体層とがこの順に積層されてなる3層膜を主構成要素とする膜（いわゆるスピバルブ膜）でも、巨大磁気抵抗効果が得られることが報告されている。（ジャーナル・オブ・マグネティズム・アンド・マグネティック・マテリアルズ、93巻、101ページ、1991年）

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、上記のような積層膜構造をもつ磁気抵抗効果膜は、熱により各層間で拡散が生じる。そのため、このような磁気抵抗効果膜は、高温下で磁気抵抗効果特性の劣化を生じやすいという欠点がある。

【0007】 本発明は、このような従来の実情に鑑みて提案されたものであって、高温下でも磁気抵抗効果特性の劣化が生じにくく、巨大磁気抵抗効果が安定して得られる磁気抵抗効果膜を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】 導体層と磁性体層とが交互に積層されてなる人工格子膜構造の磁気抵抗効果膜で巨大磁気抵抗効果が観測される原因としては、導体中の伝導電子を介し、磁性体層間でRKKY（ルーダーマン、キッテル、槽谷、芳田）相互作用が働き、相対する磁性体層が反強磁性的に結合することにより、反平行スピン状態が発生し、その結果スピン依存散乱が生じ、そのため大きな磁気抵抗効果が得られるものと考えられている。

3

【0009】また、磁性体層と導体層と磁性体層とがこの順に積層されてなる3層膜を主構成要素とするスピバルブ構造の磁気抵抗効果膜でも、同様に、反平行スピン状態が発生し、その結果スピン依存散乱が生じ、そのため大きな磁気抵抗効果が得られるものと考えられている。

【0010】以上に述べたように、これらの構造において大きな磁気抵抗効果が得られるのは、反平行スピン状態が達成できる場合であると考えられているが、この反平行スピン状態は熱により大きく影響を受ける。そこで本発明者らが、更に鋭意研究を重ねた結果、導体層に固溶しにくい元素を添加することにより、あるいは磁性体層に固溶しにくい元素を添加することにより、反平行スピン状態への熱の影響が緩和され、高温下における磁気抵抗効果特性の劣化を防げることを見いだすに至った。

【0011】そして、導体層に固溶しにくい元素を添加すればよいという知見に基づいて成された本発明の磁気抵抗効果膜は、導体層と磁性体層とが交互に積層されてなる人工格子膜構造の磁気抵抗効果膜であって、導体層が、Cu, Ag, Crより選ばれる元素を主成分とし、且つ、これら主成分である元素に対する固溶上限が室温において1%以下の添加元素を0.1~30原子%含むものである。あるいは、磁性体層と導体層と磁性体層とがこの順に積層されてなるスピバルブ構造の磁気抵抗効果膜であって、導体層が、Cu, Ag, Crより選ばれる元素を主成分とし、且つ、これら主成分である元素に対する固溶上限が室温において1%以下の添加元素を0.1~30原子%含むものである。

【0012】なお、上記磁気抵抗効果膜において、導体層の主成分がCuである場合は、導体層に添加される添加元素はAg, B, Bi, C, Co, Fe, Hg, Ir, Mo, Na, Nb, Pb, Pt, V, Zrより選ばれる元素であることが好ましい。また、導体層の主成分がAgである場合は、導体層に添加される添加元素はBe, Bi, Co, Cr, Cu, Fe, Ge, Ir, Ni, Pb, Si, Uより選ばれる元素であることが好ましい。

【0013】また、上記磁気抵抗効果膜において磁性体層には、Fe, Co, Ni, Cr, V, Mo, Nb, Ta, W, Re, Ru, Cu, Rh, Pd, Ir, Pt, B, C, N, O, Si, Al, Ga, Ge, Sn, Sbの元素のうち少なくとも1種類以上の元素からなる磁性体で、室温で強磁性体であるものが用いられる。特に、Cuを1~50原子%含有し、且つ、Fe, Co, Niより選ばれる少なくとも1種を含有するものを磁性体層とするのが好ましく、この場合は前記磁性体層に含有されるFe, Co, Niは、外部磁場に対する感度を向上させるために、その組成比を下記のように定めることが特に好ましい。

【0014】 $Fe_xCo_yNi_z$ (x, y, zは原子%)

4

とすると、

$$5 \leq x \leq 40, \quad 20 \leq y \leq 90, \quad 5 \leq z \leq 70, \quad x + y + z = 100$$

一方、磁性体層に固溶しにくい元素を添加すればよいという知見に基づいて成された本発明の磁気抵抗効果膜は、導体層と磁性体層とが交互に積層されてなる人工格子膜構造の磁気抵抗効果膜であって、磁性体層が、Fe, Co, Niを主成分とし、且つ、これら主成分である元素に対する固溶上限が室温において1%以下の添加元素を0.1~30原子%含むものである。あるいは、磁性体層と導体層と磁性体層とがこの順に積層されてなるスピバルブ構造の磁気抵抗効果膜であって、磁性体層が、Fe, Co, Niを主成分とし、且つ、これら主成分である元素に対する固溶上限が室温において1%以下の添加元素を0.1~30原子%含むものである。

【0015】なお、上記磁気抵抗効果膜において、磁性体層に添加される添加元素としては、例えば、Ag, B, Bi, C, Co, Cr, Fe, Hg, Ir, Li, Mo, Na, Nb, Pb, V, Pt, Zrより選ばれる元素が挙げられる。

【0016】

【作用】人工格子膜構造の磁気抵抗効果膜、又はスピバルブ構造の磁気抵抗効果膜において、導体層にその主成分である元素と固溶しにくい添加元素を0.1~30原子%添加することにより、あるいは磁性体層にその主成分である元素と固溶しにくい添加元素を0.1~30原子%添加することにより、高温下での磁気抵抗効果特性の劣化が生じにくくなり、巨大磁気抵抗効果が安定に得られるようになる。

【0017】

【実施例】以下、実施例と比較例、及びそれらの評価について、図面を参照しながら詳細に説明する。

【0018】実施例1

図1に示すように、フェライト基板1上に、スパッタリング装置を使用して、 $Fe_{20}Ni_{45}Co_{35}$ よりなる厚さ1.0nmの磁性体層2と、Cuを主成分としCuに固溶しにくい元素であるAgが添加されてなる厚さ2.1nmの導体層3を交互に30周期積層して、人工格子膜構造の磁気抵抗効果膜を成膜した。

【0019】本実施例で使用したスパッタリング装置を図2に示す。このスパッタリング装置は真空容器4内に、二つのターゲット5, 6と、各ターゲット5, 6に対向するように配され開閉動作により膜厚の制御を行う二つのシャッタ7, 8と、各ターゲット5, 6上で回転するターンテーブル9とを有している。そして、基板10は、各シャッタ7, 8を介して各ターゲット5, 6に対向するように、ターンテーブル9に取り付けられ、ターンテーブル9の回転Aにより、各ターゲット5, 6上を交互に通過するようになっている。

【0020】上記人工格子膜構造の磁気抵抗効果膜の成

5

膜に際し、各層の成膜条件は以下のようにした。

【0021】スパッタガス：アルゴン

スパッタガス圧：0.3 Pa

印加電力：300 W

成膜速度：0.1~0.5 nm/sec

上記磁気抵抗効果膜においては、Cuターゲット上に、直径3 mm、厚さ2 mmのAgチップを乗せた上でスパッタリングを行うことにより、導体層の主成分であるCuにAgを添加した。そして、Agの添加量はCuターゲット上に乗せるAgチップの個数により制御した。

【0022】そして、磁気抵抗効果膜の耐熱性に対するAgの添加量の影響を測定した。測定は、導体層へのAgの添加量を0.1原子%、5原子%、30原子%、及び40原子%として上述のように成膜した磁気抵抗効果膜と、比較例としてAgを添加せずに成膜した磁気抵抗効果膜を用いて、これらの磁気抵抗効果膜に対して真空中で230℃、260℃、290℃、及び320℃にて1時間の熱処理を行った後に磁気抵抗変化率を調べて行った。結果を図3に示す。

【0023】図3に示す結果から、導体層にAgを添加することにより磁気抵抗効果の熱劣化が防止されることがわかる。また、Agが0.1原子%以上添加されていれば熱劣化の防止効果が認められるが、Agが40原子%添加されている場合は熱処理を行う前の初期状態での磁気抵抗効果が減少してしまい不適であることがわかる。すなわち、Agの添加量は0.1~30原子%が適当であるといえる。

【0024】実施例2

実施例1と同様に、ただし導体層への添加元素をAgからPtに代えて磁気抵抗効果膜を成膜した。なお、Ptの添加は、Cuターゲット上に、直径3 mm、厚さ2 mmのPtチップを乗せた上でスパッタリングを行うことにより行い、導体層へのCuの添加量は、Cuターゲット上に乗せるPtチップの個数により制御した。

【0025】そして、磁気抵抗効果膜の耐熱性に対するPtの導体層への添加量の影響を測定した。測定は、導体層へのPtの添加量を0.1原子%、5原子%、30原子%、及び40原子%として上述のように成膜した磁気抵抗効果膜と、比較例としてPtを添加せずに成膜した磁気抵抗効果膜を用いて、これらの磁気抵抗効果膜に対して真空中で230℃、260℃、290℃、及び320℃にて1時間の熱処理を行った後に磁気抵抗変化率を調べて行った。結果を図4に示す。

【0026】図4に示す結果から、導体層にPtを添加することにより磁気抵抗効果の熱劣化が防止されることがわかる。また、導体層へのPtの添加は、Ptが0.1原子%以上添加されていれば熱劣化の防止効果が認められるが、Ptが40原子%添加されている場合は熱処理を行う前の初期状態での磁気抵抗効果が減少してしまい不適であることがわかる。すなわち、導体層へのPt

6

の添加量は0.1~30原子%が適当であるといえる。

【0027】なお、実施例1では、導体層の主成分がCuの人工格子膜構造の磁気抵抗効果膜において導体層にAgを添加して、実施例2では、導体層の主成分がCuの人工格子膜構造の磁気抵抗効果膜において導体層にPtを添加したが、導体層への添加元素をCuに固溶しにくい元素であるB, Bi, C, Co, Fe, Hg, Ir, Mo, Na, Nb, Pb, V, Zr等にした場合も同様に磁気抵抗効果の耐熱性の向上が認められた。

10 【0028】実施例3

実施例1と同様に、ただし導体層の主成分をCuからAgに代え、導体層への添加元素をAgからCuに代えて磁気抵抗効果膜を成膜した。なお、Cuの添加は、Agターゲット上に、直径3 mm、厚さ2 mmのCuチップを乗せた上でスパッタリングを行うことにより行った。そして、導体層へのCuの添加量は5原子%とした。

【0029】そして、上記磁気抵抗効果膜と、比較例としてCuを添加せずに成膜した磁気抵抗効果膜とを、真空中で230℃、260℃、290℃、及び320℃にて1時間の熱処理を行った後に磁気抵抗変化率を調べて、磁気抵抗効果膜の耐熱性に対するCuの添加の影響を調べた。結果を図5に示す。

【0030】図5に示す結果から、導体層にCuを添加することにより磁気抵抗効果の熱劣化が防止されることがわかる。

【0031】なお、実施例3では、導体層の主成分がAgの人工格子膜構造の磁気抵抗効果膜において導体層にCuを添加したが、導体層への添加元素をAgに固溶しにくい元素であるBe, Bi, Co, Cr, Cu, Fe, Ge, Ir, Ni, Pb, Si, U等にした場合も同様に磁気抵抗効果の耐熱性の向上が認められた。

【0032】実施例4

図6に示すように、フェライト基板11上に、実施例1と同様にスパッタリング装置を使用して、パーマロイよりなる厚さ200 nmの磁性体層12と、Cuを主成分としCuに固溶しにくい元素であるAgが添加されてなる厚さ5 nmの導体層13と、パーマロイよりなる厚さ200 nmの磁性体層14と、Fe₅₀Mn₅₀よりなる厚さ500 nmの反強磁性体層15とを、この順に積層してスピバルブ構造の磁気抵抗効果膜を成膜した。

【0033】上記スピバルブ構造の磁気抵抗効果膜の成膜に際し、各層の成膜条件は以下のようにした。

【0034】スパッタガス：アルゴン

スパッタガス圧：0.5 Pa

印加電力：300 W

成膜速度：0.1~0.5 nm/sec

なお、Agの添加は実施例1と同様に、Cuターゲット上に、直径3 mm、厚さ2 mmのAgチップを乗せた上でスパッタリングを行うことにより行った。そして、導体層へのAgの添加量は5原子%とした。

50

7

【0035】そして、上記磁気抵抗効果膜と、比較例としてAgを添加せずに成膜したスピバルブ構造の磁気抵抗効果膜とを、真空中で230℃、260℃、290℃、及び320℃にて1時間の熱処理を行った後に磁気抵抗変化率を調べて、磁気抵抗効果膜の耐熱性に対するCuの添加の影響を調べた。結果を図7に示す。

【0036】図7に示す結果から、導体層にAgを添加することにより磁気抵抗効果の熱劣化が防止されることがわかる。

【0037】実施例5

実施例4と同様に、ただし導体層への添加元素をAgからPtに代えて磁気抵抗効果膜を成膜した。なお、Ptの添加は、Cuターゲット上に、直径3mm、厚さ2mmのPtチップを乗せた上でスパッタリングを行うことにより行い、導体層へのCuの添加量は、Cuターゲット上に乗せるPtチップの個数により制御して、導体層へのPtの添加量が5原子%となるようにした。

【0038】上記磁気抵抗効果膜においても、実施例4と同様に、磁気抵抗効果の耐熱性の向上が見られた。したがって、スピバルブ構造の磁気抵抗効果膜においても、導体層にPtを添加することにより磁気抵抗効果の熱劣化が防止される。

【0039】なお、実施例4では、導体層の主成分がCuのスピバルブ構造の磁気抵抗効果膜において導体層にAgを添加して、実施例5では、導体層の主成分がCuのスピバルブ構造の磁気抵抗効果膜において導体層にPtを添加したが、導体層への添加元素をCuに固溶しにくい元素であるB、Bi、C、Co、Fe、Hg、Ir、Mo、Na、Nb、Pb、V、Zr等にした場合も同様に磁気抵抗効果の耐熱性の向上が認められた。

【0040】実施例6

本実施例では、導体層へ添加する元素の種類によって、磁気抵抗効果膜の耐熱性が変化するかを調べるために、導体層へ添加する元素を、Ag、B、Bi、C、Co、Fe、Hg、Ir、Mo、Na、Nb、Pb、Pt、V、Zrとして、それぞれについて、添加元素を代えた以外は実施例1と同様に磁気抵抗効果膜を成膜した。また、比較例として、導体層へ添加する元素を、Mn、Ni、Siとしたものについても、同様に磁気抵抗効果膜を成膜した。なお、各磁気抵抗効果膜において、添加元素の添加量は5原子%とした。

【0041】そして、上記各磁気抵抗効果膜について、熱処理前の磁気抵抗効果率と、真空中で310℃にて1時間の熱処理を行った後の磁気抵抗効果率を測定して、導体層へ添加する元素の種類による磁気抵抗効果膜の耐熱性への影響を、以下の3段階にて評価した。

【0042】○：熱処理前の磁気抵抗効果率と熱処理後の磁気抵抗効果率の比が50%以上であるもの。

【0043】△：熱処理前の磁気抵抗効果率と熱処理後の磁気抵抗効果率の比が30%以上、50%未満である

8

もの。

【0044】×：熱処理前の磁気抵抗効果率と熱処理後の磁気抵抗効果率の比が30%未満であるもの。

【0045】なお、導体層に添加元素を添加しない場合は、熱処理前の磁気抵抗効果率と熱処理後の磁気抵抗効果率の比は、20%程度である。

【0046】上記評価の結果を表1に示す。

【0047】

【表1】

添加元素	評価結果
Ag	○
B	△
Bi	△
C	△
Co	○
Fe	○
Hg	△
Ir	△
Mo	△
Na	△
Nb	○
Pb	△
Pt	△
V	△
Zr	○
Mn	×
Ni	×
Si	×

10

20

30

40

50

【0048】表1に示した結果から、導体層に固溶しにくい元素であるAg、B、Bi、C、Co、Fe、Hg、Ir、Mo、Na、Nb、Pb、Pt、V、Zrを添加した場合は、磁気抵抗効果の熱劣化が防止されることがわかる。また、導体層に固溶しやすい元素であるMn、Ni、Siを添加した場合は、磁気抵抗効果の熱劣化の防止に効果がないことがわかる。

【0049】実施例7

本実施例では、フェライト基板上に、実施例1と同様にスパッタリング装置を使用して、Fe₂₀Ni₄₅Co₃₅を主成分としFeNiCoに固溶しにくい元素であるAgが添加されてなる厚さ1.0nmの磁性体層と、Cuよりなる厚さ2.1nmの導体層を交互に30周期積層して、人工格子膜構造の磁気抵抗効果膜を成膜した。

【0050】上記人工格子膜構造の磁気抵抗効果膜の成膜に際し、各層の成膜条件は以下のようにした。

【0051】スパッタガス：アルゴン

スパッタガス圧：0.3Pa

印加電力：300W

成膜速度：0.1～0.5nm/sec

上記磁気抵抗効果膜においては、FeNiCoターゲット

9

ト上に、直径3mm、厚さ2mmのAgチップを乗せた上でスパッタリングを行うことにより、磁性体層の主成分であるFe₂₀Ni₄₅Co₃₅にAgを添加した。そして、Agの添加量は、FeNiCoターゲット上に乗せるAgチップの個数により制御した。

【0052】そして、磁気抵抗効果膜の耐熱性に対するAgの添加量の影響を測定した。測定は、磁性体層へのAgの添加量を0.1原子%、5原子%、30原子%、及び40原子%として上述のように成膜した磁気抵抗効果膜と、比較例としてAgを添加せずに成膜した磁気抵抗効果膜を用いて、これらの磁気抵抗効果膜に対して真空中で230℃、260℃、290℃、及び320℃にて1時間の熱処理を行った後に磁気抵抗変化率を調べて行った。結果を図8に示す。

【0053】図8に示す結果から、磁性体層にAgを添加することにより磁気抵抗効果の熱劣化が防止されることがわかる。また、Agが0.1原子%以上添加されていれば熱劣化の防止効果が認められるが、Agが40原子%添加されている場合は熱処理を行う前の初期状態での磁気抵抗効果が減少してしまい不適であることがわかる。すなわち、Agの添加量は0.1~30原子%が適当であるといえる。

【0054】なお、実施例3では、磁性体層の主成分がFeNiCoの人工格子膜構造の磁気抵抗効果膜において磁性体層にAgを添加したが、磁性体層への添加元素をFeNiCoに固溶しにくい元素であるB, Bi, C, Co, Cr, Fe, Hg, Ir, Li, Mo, Na, Nb, Pb, V, Pt, Zr等にした場合も同様に磁気抵抗効果の耐熱性の向上が認められた。

【0055】実施例8

本実施例では、磁性体層へ添加する元素の種類によって、磁気抵抗効果膜の耐熱性が変化するかを調べるために、磁性体層へ添加する元素をAg, B, Bi, C, Co, Cr, Fe, Hg, Ir, Li, Mo, Na, Nb, Pb, V, Pt, Zrとして、それぞれについて、添加元素を代えた以外は実施例7と同様に磁気抵抗効果膜を成膜した。また、比較例として、磁性体層へ添加する元素をAl, Tiとしたものについても、同様に磁気抵抗効果膜を成膜した。なお、各磁気抵抗効果膜において、添加元素の添加量は5原子%とした。

【0056】そして、上記各磁気抵抗効果膜について、熱処理前の磁気抵抗効果率と、真空中で290℃にて1時間の熱処理を行った後の磁気抵抗効果率を測定して、磁性体層へ添加する元素の種類による磁気抵抗効果膜の耐熱性への影響を、以下の3段階にて評価した。

【0057】○：熱処理前の磁気抵抗効果率と熱処理後の磁気抵抗効果率の比が50%以上であるもの。

【0058】△：熱処理前の磁気抵抗効果率と熱処理後の磁気抵抗効果率の比が30%以上、50%未満であるもの。

10

【0059】×：熱処理前の磁気抵抗効果率と熱処理後の磁気抵抗効果率の比が30%未満であるもの。

【0060】なお、磁性体層に添加元素を添加しない場合は、熱処理前の磁気抵抗効果率と熱処理後の磁気抵抗効果率の比は、20%程度である。

【0061】上記評価の結果を表2に示す。

【0062】

【表2】

添加元素	評価結果
Ag	○
B	△
Bi	△
C	△
Co	○
Cr	○
Fe	○
Hg	△
Ir	△
Li	△
Mo	△
Na	△
Nb	△
Pb	△
Pt	△
V	○
Zr	○
Al	×
Ti	×

【0063】表2に示した結果から、磁性体層に固溶しにくい元素であるAg, B, Bi, C, Co, Cr, Fe, Hg, Ir, Li, Mo, Na, Nb, Pb, V, Pt, Zrを添加した場合は、磁気抵抗効果の熱劣化が防止されることがわかる。また、磁性体層に固溶しやすい元素であるAl, Tiを添加した場合は、磁気抵抗効果の熱劣化の防止に効果がないことがわかる。

【0064】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明の磁気抵抗効果膜においては、高温下での磁気抵抗効果特性の劣化が生じにくくなり、巨大磁気抵抗効果が安定に得られるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用した人工格子膜構造の磁気抵抗効果膜の一例を示す要部拡大断面図である。

【図2】本発明を適用した磁気抵抗効果膜の作製に使用したスパッタリング装置の一構成例を示す概略斜視図である。

【図3】導体層の主成分がCuである人工格子膜構造の磁気抵抗効果膜に熱処理を施したときの磁気抵抗変化率の変化を、導体層へのAgの添加量を変えて測定した結

11

果を示す特性図である。

【図4】導体層の主成分がCuである人工格子膜構造の磁気抵抗効果膜に熱処理を施したときの磁気抵抗変化率の変化を、導体層へのPtの添加量を変えて測定した結果を示す特性図である。

【図5】導体層の主成分がAgである人工格子膜構造の磁気抵抗効果膜に熱処理を施したときの磁気抵抗変化率の変化を、導体層へのCuの添加量を変えて測定した結果を示す特性図である。

【図6】本発明を適用したスピナバルブ構造の磁気抵抗効果膜の一例を示す要部拡大断面図である。

【図7】導体層の主成分がCuであるスピナバルブ構造の磁気抵抗効果膜に熱処理を施したときの磁気抵抗変化率の変化を、導体層へのAgの添加量を変えて測定した結果を示す特性図である。

【図8】磁性体層の主成分がFeNiCoである人工格子膜構造の磁気抵抗効果膜に熱処理を施したときの磁気 *

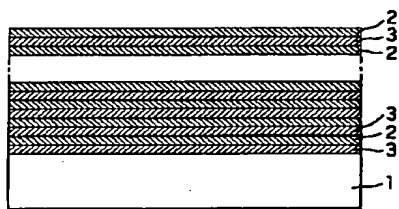
12

*抵抗変化率の変化を、磁性体層へのAgの添加量を変えて測定した結果を示す特性図である。

【符号の説明】

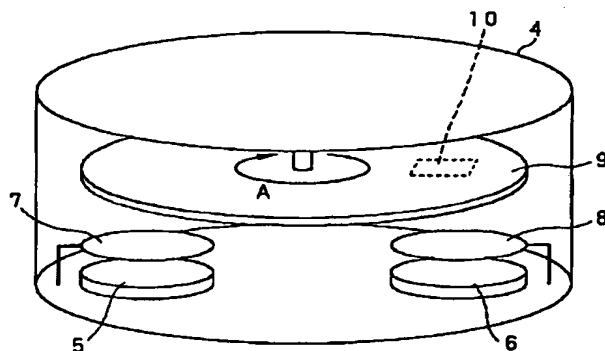
- 1 基板
- 2 導体層
- 3 磁性体層
- 4 真空容器
- 5, 6 ターゲット
- 7, 8 シャッタ
- 9 ターンテーブル
- 10 基板
- 11 基板
- 12 磁性体層
- 13 導体層
- 14 磁性体層
- 15 反強磁性体層

【図1】



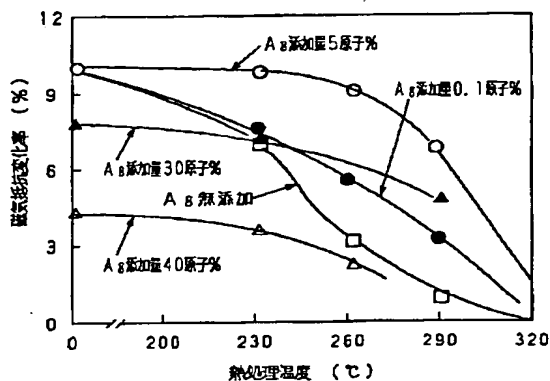
人工格子膜構造の磁気抵抗効果膜の一例を示す要部拡大断面図

【図2】



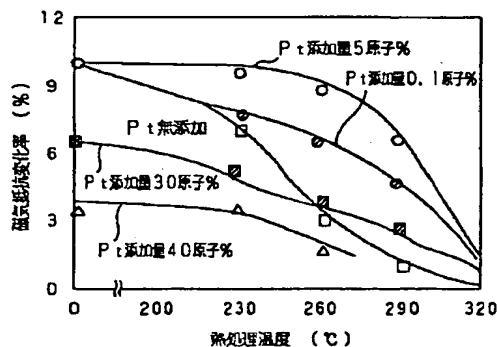
磁気抵抗効果膜の作製に使用したスパッタリング装置の一構成例を示す概略斜視図

【図3】



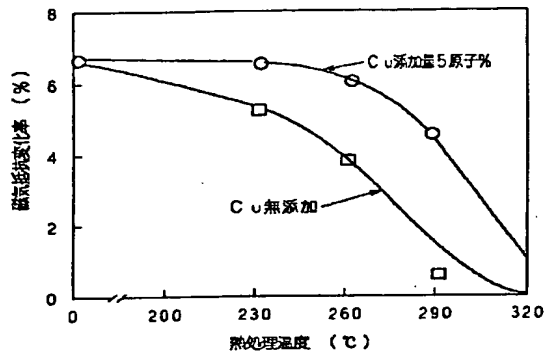
人工格子膜構造の磁気抵抗効果膜に熱処理を施したときの磁気抵抗変化率の変化を導体層へのAgの添加量を変えて測定した結果を示す特性図

【図4】



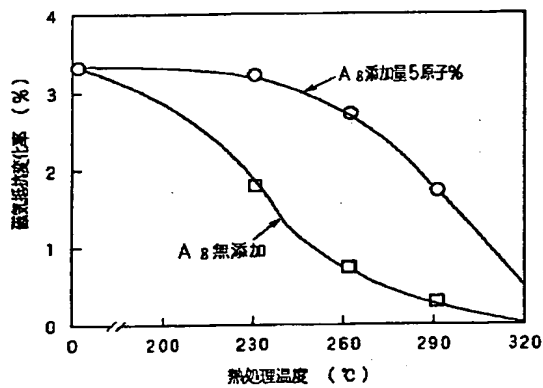
人工格子膜構造の磁気抵抗効果膜に熱処理を施したときの磁気抵抗変化率の変化を導体層へのPtの添加量を変えて測定した結果を示す特性図

【図 5】



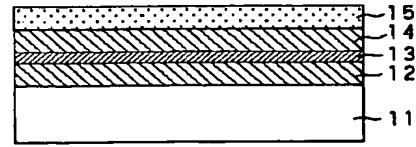
人工格子膜構造の磁気抵抗効果膜に熱処理を施したときの磁気抵抗変化率の変化を導体層へのCuの添加量を変えて測定した結果を示す特性図

【図 7】



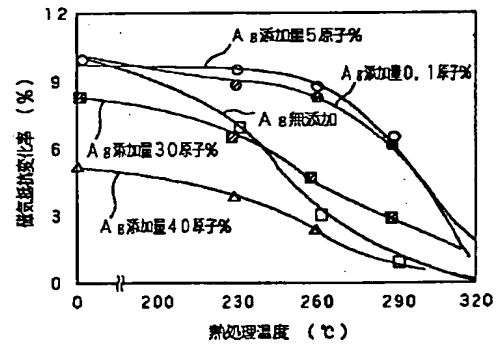
スピナバル構造の磁気抵抗効果膜に熱処理を施したときの磁気抵抗変化率の変化を導体層へのAgの添加量を変えて測定した結果を示す特性図

【図 6】



スピナバル構造の磁気抵抗効果膜の一例を示す要部拡大断面図

【図 8】



人工格子膜構造の磁気抵抗効果膜に熱処理を施したときの磁気抵抗変化率の変化を導体層へのAgの添加量を変えて測定した結果を示す特性図

フロントページの続き

(51)Int.Cl. 6

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 F 10/14

H 0 1 L 43/02

Z